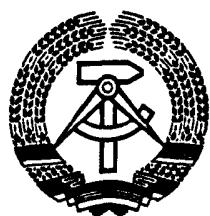


DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK



(12) Wirtschaftspatent

Teilweise bestätigt gemäß § 18 Absatz 1
Patentgesetz

PATENTSCHRIFT

DD (11) 220 091 B1

4(51) E 21 B 44/00

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

(21)	WP E 21 B / 257 993 3	(22)	15.12.83	(45)	25.05.88
				(44)	20.03.85

(71) siehe (72)

(72) Grober, Klaus-Peter, Dr.-Ing., Helmut-Just-Straße 3, Aue, 9400; Goutier, Wolfgang, Dipl.-Ing.; Baldauf, Dieter, Dipl.-Ing., DD

(54) Schaltungsanordnung einer Steuereinheit zur automatischen Durchführung eines Bohrvorganges

ISSN 0433-6461

5 Seiten

Patentansprüche:

1. Schaltungsanordnung einer Steuereinheit zur automatischen Durchführung eines Bohrvorganges, wobei Sensoren die Bohrparameter erfassen, der Bohr- und Vorschubantrieb hydraulisch erfolgt, Regelkreise für die Drehzahl- und Andruckregelung bestehen, die Vorgabe einer Drehzahl erfolgt, als Führungsgröße für den Bohrvorgang die Andruckkraft bzw. die Bohrgeschwindigkeit vorgesehen ist und bei Überschreiten des zulässigen Drehmomentes dieses die Führungsgröße darstellt, bis sich durch Veränderung der Andruckkraft bzw. der Bohrgeschwindigkeit und/oder der Drehzahl das zulässige Drehmoment einstellt und wobei letztlich das anstehende Drehmoment indirekt als Größe des Druckes des Volumenstromes des Bohrantriebes als Eingangsgröße an einer Regeleinheit anliegt, deren Ausgangsgröße auf die Regeleinheit für den Vorschubantrieb geschaltet ist und bei Überschreiten des zulässigen Drehmomentes am Ausgang der Regeleinheit für das Drehmoment ein Signal mit Vorzeichenumkehr anliegt, **gekennzeichnet dadurch**, daß vom Vorschubantrieb (A2) der Differenzdruck des Volumenstromes und das Fördervolumen als Eingangsgrößen auf eine Regeleinheit (RE 2) aufgegeben sind, deren Ausgangsgröße auf ein Servoventil (Y20) geschaltet ist, welches am Vorschubantrieb (A2) anliegt, des weiteren vom Bohrantrieb (A1) die Drehzahl des Hydraulikmotors (M11) und das Fördervolumen als Eingangsgrößen auf eine Regeleinheit (RE 1) geschaltet sind, deren Ausgangsgröße am Servoventil (Y10) anliegt, welches dem Bohrantrieb (A1) vorgeschaltet ist.
2. Schaltungsanordnung nach Punkt 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Regeleinheit (RE 2) die vom induktiven Wegaufnehmer (B23) erfaßte Schiefscheibenstellung der Servopumpe (P21) über die Trägerfrequenzmeßbrücke (A23) und dem Umschalter (S20) am Regler (E20) anliegt, ferner, daß die von den Druckgebern (B21, B22) erfaßten Drücke des Volumenstromes des Vorschubantriebes (A2) über die Gleichstrommeßbrücken (A21, A22) auf die Eingänge des Summiergliedes (A20) geschaltet sind, ebenso wie der Kompensationswertgeber (S22) und die Ausgangsgröße des Summiergliedes (A20) gleichfalls an dem Umschalter (S20) anliegt, wobei das Summierglied (A20) mit dem Nullspannungskomparator (A24) und der Digitalanzeige (A26) verbunden ist und schließlich an den Eingängen des Reglers (E20) ein Sollwertgeber (S21) und der Ausgang der Regeleinheit (RE 3) anstehen.
3. Schaltungsanordnung nach Punkt 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Regeleinheit (RE 1) die vom Wegaufnehmer (B12) erfaßte Schiefscheibenstellung der Servopumpe (P11) über eine Trägerfrequenzmeßbrücke (A12) und dem Umschalter (S10) am Regler (E10) anliegt, daß von Impulsgebern (B13, B14) über Drehrichtungsdiskriminator (A13) und Frequenz-Analog-Wandler (A14) der Impuls für die Drehzahl des Hydraulikmotors (M11) auf den Umschalter (S10) geschaltet ist, wobei dieser nach dem Drehrichtungsdiskriminator (A13) gleichfalls auf einen Zähler (A16) aufgegeben ist und daß ferner ein Sollwertgeber (S11) auf den Eingang des Reglers (E10) geschaltet ist.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet des Bergbaus. Zweckmäßig kommt die Erfindung bei Großlochbohrmaschinen zur Anwendung. Darunter sollen solche Bohrmaschinen verstanden sein, bei denen das Ende einer Bohrstange mit dem Bohrantrieb während des Bohrens fest verbunden ist, wobei der Antrieb vornehmlich hydraulisch erfolgt.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

In der Bohrtechnik für Erd- und Gesteinsbohrungen sind eine Vielzahl von Lösungen bekannt, welche die Erfassung von Meßdaten, vorzugsweise die Andruckkraft, das Drehmoment oder auch die Bohrdrehzahl und deren Übertragung zum Inhalt haben. So sind z. B. in den DE-OS 2433492, 2536054 u. a. Lösungen bekannt gemacht, wie die Erfassung und Übertragung der Meßwerte aus dem Bohrloch durchgeführt werden kann. Eine Rückkopplung in Form einer Steuerung und Regelung auf den Bohrprozeß lassen diese Lösungen nicht zu.

Die DE-OS 2129356, 2135726 bieten Lösungen zur Erfassung und Übertragung von Meßwerten aus der Bohrlochsohle zum Zwecke der Steuerung und Regelung des Bohrprozesses an. Zur Übertragung der Meßwerte wird die Bohrflüssigkeit genutzt. Im genannten Anwendungsgebiet der Erfindung läßt sich die Bohrflüssigkeit als Datenträger nicht nutzen. Auch darüber hinaus sind anderen Lösungen dieser Art verwertbare Hinweise nicht zu entnehmen. Die DE-OS 2351364 offenbart eine Lösung zur selbsttätigen Optimierung des Bohrfortschrittes für Turbinenbohrverfahren. Der Vorschlag ist gebunden an den Einsatz von Elektromotoren als Antriebsorgan. Elektrohydraulische Bohrantriebe besitzen andere Kennlinien und lassen sich deswegen vorschlagsgemäß nicht regeln.

In der DE-OS 2 252 439 ist eine selbsttätige Alarm- und Stillsetzvorrichtung beschrieben. Bei zu schnellem Eindringen des Bohrmeißels in das Gestein dient ein Signal als Anlaß zur Stillsetzung der Bohrmaschine. Es werden mit diesem Vorschlag nur bestimmte Gefahrenmomente, z.B. Bohreinbrüche während des Bohrens, erfaßt und zur Auslösung für die Stillsetzung des Bohrvorganges genutzt.

Die DD-WP 37 396 beschreibt eine Nachlaßvorrichtung für Tiefbohranlagen mit automatischer Regelung. Als Antriebsmotor der Nachlaßvorrichtung dient ein fremderregter Gleichstromnebenschlußmotor mit elektronischem Antriebsregler, dessen Drehzahl stufenlos mittels Impulsen geregelt wird, die von den jeweiligen Meßstellen (Bohrdruck, Drehmoment, Bohrfortschritt) der entsprechenden Regelkreise bei Abweichungen zwischen eingestellten Sollwerten und jeweilig vorhandenen Istwerten ausgehen. Dabei wird das Drehmoment über die Stromaufnahme des Hauptantriebsmotors mittels eines Strommeßgerätes ermittelt. Der maximal zulässige Drehmomentwert wird mittels eines Überstromrelais eingestellt. Bei Erreichen und Überschreiten dieses maximal zulässigen Drehmomentes wird der Drehsinn der Nachlaßtrommel geändert und damit das Bohrwerk entlastet, was gleichbedeutend mit der Ausgabe eines Signals mit Vorzeichenenumkehr für die Nachlaßvorrichtung ist. Diese Messung im Elektromotor als Eingangsgröße für eine exakte Regelung, wie sie der Bohrprozeß verlangt, ist einerseits zu ungenau, andererseits wegen des völlig anders gestalteten Bohrprozesses sowie der technisch anders aufgebauten Tiefbohranlagen, nicht anwendbar. Aus der Literatur ist des weiteren das Verfahren der Sigma-V-Regelung zur Führung des Bohrvorganges in der Rotary-Bohrtechnik bekannt. Mittels eines Mikrorechners erfolgt die Steuerung der Nachlaßwinde, um vor allem Brüche des Bohrgestänges bei solchen Bohrmaschinen zu vermeiden, deren Maschinenleistung über der zulässigen Belastung des Bohrgestänges liegt. Der Nachteil dieser Lösung besteht in dem hohen technisch-ökonomischen Aufwand zur Bildung des Sigma-V-Soll-/Istwertvergleiches mittels Mikrorechner und darin, daß diese nur eine Grenzwertregelung darstellt. Für den im Anwendungsbereich genannten Einsatz der Erfindung ist deshalb dies nicht möglich und zweckmäßig.

Zum Stand der Technik der direkten Meßverfahren der Bohrparameter, wie Andruckkraft und Drehmoment, ist zu sagen, daß diese sehr aufwendig, im praktischen Betrieb häufig störanfällig und über ein Versuchsstadium kaum hinausgekommen sind. Eine komplexe Lösung für die automatische Fahrweise von Bohrmaschinen der genannten Art ist nicht bekannt geworden. Bezuglich der indirekten Meßverfahren ist aus Will-Ströhl, Einführung in die Hydraulik und Pneumatik, VEB Verlag der Technik, Berlin, 1981, S. 90, bekannt, daß ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen dem Druck eines Hydrauliksystems und dem anstehenden Drehmoment besteht.

Ziel der Erfindung

Die Erfindung hat zum Ziel, durch Senkung der Stillstandszeiten, Steigerung der Arbeitsproduktivität und Erhöhung der Werkzeug- und Maschinenstandszeiten als Folge einer automatischen Regelung von Bohrmaschinen der genannten Art, den Bohrprozeß ökonomischer zu gestalten.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einer Großlochbohranlage mit elektrohydraulischer Antriebskonzeption die Parameter des Großlochbohrprozesses, insbesondere die Andruckkraft und das Drehmoment, indirekt zu erfassen und die den Bohrprozeß hauptsächlich beeinflussenden Bohrparameter in einer Schaltungsanordnung so zu verarbeiten, daß die automatische Steuerung des Bohrvorganges durch Beeinflussung des elektrohydraulischen Bohr- und Vorschubantriebes entsprechend einstellbarer Sollwerte einschließlich einer handgesteuerten Fahrweise möglich ist. Zur Realisierung dieser Aufgabenstellung erfassen Sensoren die Bohrparameter in bekannter Weise.

Der hydraulische Bohr- bzw. Vorschubantrieb ist jeweils in einen Regelkreis eingebunden, welcher der Drehzahl- bzw. Andruckregelung dient. Die Sollwerte der Drehzahl und der Andruckkraft werden aus der Kenntnis der vorliegenden lithologischen Bedingungen vorgegeben.

Erfindungsgemäß liegt der Differenzdruck des Volumenstromes und das Fördervolumen des Vorschubantriebes als Eingangsgröße an einer zugehörigen Regeleinheit an, deren Ausgangsgröße auf ein, dem Vorschubantrieb zugeordnetes Servoventil geschaltet ist. Vom Bohrantrieb ist die Drehzahl des Hydraulikmotors und dessen Fördervolumen als Eingangsgröße auf eine zugehörige Regeleinheit geschaltet, deren Ausgangsgröße auf einem Servoventil für diesen Antrieb anliegt. Das am Bohrgestänge anstehende Drehmoment ist bekanntmaßen äquivalent dem Druck des Volumenstromes im Bohrantrieb und liegt als diese Größe an einer Regeleinheit an, deren Ausgang auf die Regeleinheit des Vorschubantriebes geschaltet ist. In der Regeleinheit für den Vorschubantrieb gelangen die Signale des Differenzdruckes über Gleichstrommeßbrücken zu einem Summierglied, auf welches gleichfalls ein Kompensationswertgeber geschaltet ist. Das Signal des Fördervolumens gelangt über eine Trägerfrequenzmeßbrücke zu einem Umschalter, an welchem auch der Ausgang des Summiergliedes anliegt. Die Ausgänge des Umschalters und eines Sollwertgebers sind mit dem Ausgang der Regeleinheit für das Drehmoment auf einen Regler geschaltet, dessen Ausgang dem Servoventil für die Servopumpe des Vorschubantriebes zugeht. Der Ausgang des Summiergliedes liegt noch an einem Nullspannungskomparator mit anschließender Meldeleuchte und einem Analog-Digital-Wandler mit nachfolgender Digitalanzeige an.

In der Regeleinheit für den Bohrantrieb liegt das Signal der Drehzahl an einem Frequenz-Analog-Wandler an und gelangt von diesem auf einen Umschalter, an dem gleichfalls das Signal des Fördervolumens über eine Trägerfrequenzmeßbrücke angeschaltet ist. Der Ausgang des Umschalters und ein Sollwertgeber sind auf einen Regler geschaltet, dessen Ausgang auf das Servoventil für die Servopumpe des Bohrantriebes gelegt ist. Das Signal der Drehzahl geht noch einem Zähler zu. In der Regeleinheit für das Drehmoment läuft das äquivalente Signal auf eine Gleichstrommeßbrücke zu einem Extremwertregler und von diesem auf den Regler in der Regeleinheit für den Vorschubantrieb. Der Ausgang der Gleichstrommeßbrücke liegt noch an einem Analog-Digital-Wandler mit Digitalanzeige an.

Die von Sensoren erfaßten Parameter des Vorschub- und Bohrantriebes werden in den zugehörigen Regeleinheiten elektrisch verarbeitet und danach Servoventilen zugeleitet, die als Stellglieder in dem jeweiligen Regelkreis die Stellung der Schiefscheibe der Servopumpe verändern. Die zwei verketteten Regelkreise realisieren die Andruck- und Drehzahlregelung, wobei die Sollwerte von Hand eingegeben werden. Bei Überschreiten des zulässigen Drehmomentes am Bohrgestänge beeinflußt die

dafür vorgesehene Regeleinheit den Ausgang der Regeleinheit für den Vorschubantrieb bekanntermaßen so lange, bis sich das Drehmoment in dem zulässigen Bereich befindet.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert. In der zugehörigen Zeichnung ist die Schaltungsanordnung der Steuereinheit einer Großlochbohrmaschine dargestellt.

Der praktische Betrieb der Großlochbohrmaschine erfordert verschiedenartige Bedien- und Arbeitsweisen. So muß z. B. beim Gestängewechsel der Bohr- und Vorschubantrieb von Hand gefahren werden. Das Fahren in beiden Drehrichtungen ist erforderlich und beim Abdrehen der Bohrstange muß im Bohrantrieb ein steiler Druckanstieg, d. h. ein hohes Drehmoment realisiert werden können. Beim Bohrbetrieb hingegen sollte durch automatische Steuerung der Antriebe die Drehzahl des Bohrgestänges und der Andruck in beiden Richtungen konstant bleiben. Diesen Gegebenheiten trägt die vorgeschlagene Steuerung Rechnung.

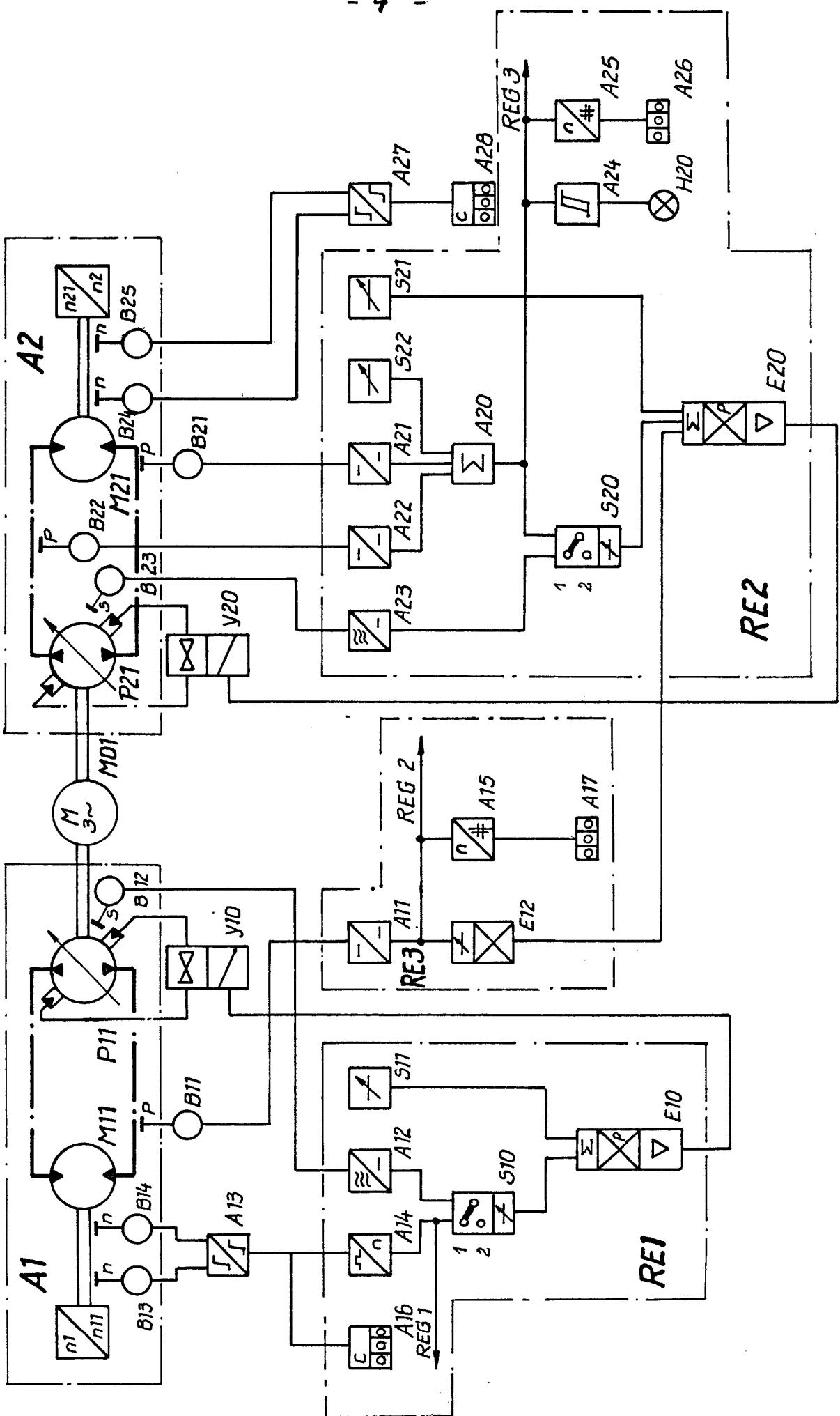
Die Großlochbohrmaschine verfügt über einen Bohrantrieb A1 mit dem Hydraulikmotor M11 und der Servopumpe P11. Der Vorschubantrieb A2 der Großlochbohrmaschine besteht aus dem Hydraulikmotor M21 und der Servopumpe P21. Beide Antriebe A1 und A2 haben als gemeinsamen Antrieb einen Drehstrommotor MO1.

Auf den Bohrantrieb A1 wirkt die Regeleinheit RE 1. Dabei bewirkt der Regler E10 über das elektrohydraulische Servoventil Y10 eine, entsprechend am Sollwertgeber S11 eingestellten Sollwert, proportionale Verstellung der Schiefscheibe der Servopumpe P11. Im Handbetrieb, dies entspricht der Stellung „1“ des Umschalters S10, wird die über dem induktiven Wegaufnehmer B12 und die Trägerfrequenzmeßbrücke A12 erfaßte Schiefscheibenstellung als Istwert dem Regler E10 zugeführt. Im Automatikbetrieb, der Umschalter S10 ist auf die Stellung „2“ gelegt, werden die über die Impulsgeber B13 und B14 gewonnenen und von dem Drehrichtungsdiskriminator A13 ausgewerteten Impulse mit dem Frequenz-Analog-Wandler A14 in ein Analogsignal umgewandelt und als Istwert dem Regler E10 aufgeschaltet. Parallel dazu gehen diese Impulse dem Zähler mit Speicherverhalten A16 zu und werden angezeigt, wobei die Impulszahl pro Zeiteinheit der Drehzahl des Bohrgestänges entspricht und somit eine Drehzahlanzeige realisiert ist.

Auf den Vorschubantrieb A2 wirkt die Regeleinheit RE 2. Der Regler E20 bewirkt dabei über das elektrohydraulische Servoventil Y20 eine, entsprechend am Sollwertgeber S21 eingestellten Sollwert, proportionale Verstellung der Schiefscheibe der Servopumpe „1“, wird die über den induktiven Wegaufnehmer B23 und die Trägerfrequenzmeßbrücke A23 erfaßte Schiefscheibenstellung der Servopumpe P21 als Istwert dem Regler E20 zugeführt. Im Automatikbetrieb, der Umschalter S20 liegt auf der Stellung „2“, erfolgt die Bildung des Istwertes durch Summierung der als Signal vorliegenden Vorschubkraft und einer Kompensationsgröße, die der Masse der mit dem Bohrgestänge verbundenen Totlasten proportional ist. Die Vorschubkraft erfaßt die Druckgeber B21 und B22 und die nachgeschalteten Gleichstrommeßbrücken A21 und A22. Das Ergebnis gelangt als elektrisches Signal ebenso wie die über den Kompensationswertgeber S22 bereitgestellte Kompensationsgröße auf die Eingänge des Summiergliedes A20. Die Kompensation der Masse des Bohrgestänges sowie der Totlasten erfolgt, indem im Handbetrieb der Bohrkopf von der Bohrlochsohle freigefahren und der Kompensationswertgeber S22 so lange verstellt wird, bis die Kompensationsgröße der von dem Vorschubantrieb A2 erzeugten Vorschubkraft entspricht. Dieser Zustand wird über den dem Ausgang des Summiergliedes A20 nachgeschalteten Nullspannungskomparator A24 erkannt und durch die Meldeleuchte H20 angezeigt. Über den parallel geschalteten Analog-Digital-Wandler A25 kommt die am Bohrkopf tatsächlich wirkende Andruckkraft an der Digitalanzeige A26 zur Anzeige. Nach dem Masseabgleich ist durch Umschaltung des Umschalters S20 der Automatikbetrieb möglich. Die Gleichstrommeßbrücken A21 und A22 sind so gestaltet, daß entsprechend der durch die Druckgeber B21, B22 gemessenen Werte eine elektrische Differenzbildung erfolgt, was der entsprechenden Bewegungsrichtung des Bohrgestänges entspricht. Beim drückenden Bohren wird der resultierende Istwert am Regler E20 durch Summierung der Kompensationsgröße verkleinert, so daß der Vorschubantrieb A2 bei gleichem Sollwert eine größere Vorschubkraft erzeugt. Beim ziehenden Bohren wird der Istwert des Reglers E20 vergrößert, so daß bei größerer Masse des Bohrgestänges und gleichem Sollwert vom Vorschubantrieb A2 geringere Vorschubkräfte erzeugt werden müssen. Das Drehmoment am Bohrgestänge erfaßt indirekt der Druckgeber B11 durch Messung des Hydraulikdruckes im Bohrantrieb A1. Das gewonnene Signal wird auf die Regeleinheit RE 3 geschaltet und da selbst durch die Gleichstrommeßbrücke A11 aufbereitet. Der Ausgang der Gleichstrommeßbrücke A11 liegt einerseits an dem Grenzwertregler E12 und andererseits an dem Analog-Digital-Wandler A15 an. Letzterer dient der Anzeige des Drehmomentes durch die Digitalanzeige A17. Der Grenzwertregler E12 ist in seiner Funktion so beschaltet, daß bei Überschreiten des zulässigen Drehmomentes ein Signal an dem Regler E20 der Regeleinheit RE 2 erfolgt. Dieses Signal beeinflußt die Funktion des Reglers E20 so lange, bis sich durch Verriegelung der Vorschubkraft im Vorschubantrieb A2 ein Drehmoment unterhalb der zulässigen Größe einstellt.

Zur Kontrolle der Bohrgeschwindigkeit der Großlochbohrmaschine werden über die Impulsgeber B24, B25 Drehzahlimpulse vom Vorschubantrieb A2 abgegriffen, über den Richtungsdiskriminator A27 aufbereitet, pro Zeiteinheit gezählt und in der Digitalanzeige A28 angezeigt. Außerdem werden die wichtigsten Bohrparameter, wie Drehzahl des Bohrgestänges, Jessen Drehmoment und Andruckkraft, welche als Analogsignale REG 1, REG 2, REG 3 in den zugehörigen Regeleinheiten RE 1, RE 2, RE 3 vorliegen, mit einem Schreiber registriert. Somit ist die Möglichkeit gegeben, den Bohrprozeß zu dokumentieren. Des weiteren werden die beiden verketteten Regelkreise des Bohrantriebes A1 und des Vorschubantriebes A2 durch eine übergeordnete Steuerung, die in der Zeichnung nicht dargestellt ist, überwacht. Zu diesem Zweck werden mittels Sensoren der Fülldruck und der Zustand der Filter im Bohrantrieb A1 und Vorschubantrieb A2, die Ölttemperatur und der Ölstand im Behälter der Haupt- und Hilfshydraulik, die Schwingungsparameter der Großlochbohrmaschine und die Endlagen des Vorschubantriebes A2 überwacht. Die entsprechenden Signale werden in einem Störungsspeicher verarbeitet, zur Störungsmeldung genutzt und führen im Falle einer Gefahr zur Abschaltung der Antriebe.

220091



15.07.1983 * 136696